

**Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo****20º período de sesiones**

Ginebra, 8 a 12 de mayo de 2017

Tema 3 b) del programa provisional

**Función de la ciencia, la tecnología y la innovación en la
garantía de la seguridad alimentaria para el año 2030****Informe del Secretario General***Resumen*

En el presente informe se reseñan, se analizan y se exponen para su examen algunas cuestiones primordiales relativas a la función de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) en la consecución de la seguridad alimentaria de aquí a 2030, en particular en los países en desarrollo. También se destacan las contribuciones de los Estados Miembros al intercambio de buenas prácticas y experiencias sobre la aplicación de la CTI a la consecución de la seguridad alimentaria. En el capítulo I se expone, a modo de introducción, la problemática mundial de la seguridad alimentaria. En el capítulo II se presentan las tecnologías que pueden contribuir a la seguridad alimentaria en sus diferentes dimensiones, a saber, la disponibilidad de los alimentos, el acceso a los alimentos, la utilización de los alimentos y la estabilidad de esas tres dimensiones. En el capítulo III se muestra cómo pueden los responsables de las políticas construir y reforzar sistemas alimentarios innovadores que aprovechen adecuadamente la ciencia y la tecnología para lograr la seguridad alimentaria. En el capítulo IV se exponen conclusiones y propuestas para su examen por los Estados Miembros y otras partes interesadas.



Introducción

1. En su 19º período de sesiones, celebrado en Ginebra (Suiza) en mayo de 2016, la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo decidió que uno de los dos temas prioritarios que se abordarían entre los períodos de sesiones de 2016 y 2017 sería el de “La función de la ciencia, la tecnología y la innovación en la garantía de la seguridad alimentaria para el año 2030”.

2. Con el fin de contribuir a una mejor comprensión de este tema prioritario y asistir a la Comisión en las deliberaciones de su 20º período de sesiones, la secretaría de la Comisión organizó una reunión de expertos en Ginebra del 23 al 25 de enero de 2017. El presente informe se basa en las conclusiones de dicha reunión de expertos, los debates de grupo celebrados en el marco de la reunión, los informes nacionales presentados por los miembros de la Comisión y las aportaciones de expertos de distintas regiones.

I. La problemática de la seguridad alimentaria

3. Habitualmente se considera que la seguridad alimentaria tiene cuatro dimensiones: la disponibilidad, accesibilidad y utilización de los alimentos y la estabilidad alimentaria. Esas dimensiones constituyen el marco general de la definición establecida por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO): “La seguridad alimentaria se da cuando todas las personas tienen acceso físico, social y económico permanente a alimentos seguros, nutritivos y en cantidad suficiente para satisfacer sus requerimientos nutricionales y preferencias alimentarias, y así poder llevar una vida activa y saludable”¹.

4. Unos 795 millones de personas, esto es 1 de cada 9 personas, están subalimentadas y de ellas 90 millones son niños menores de 5 años. En su gran mayoría (780 millones de personas), viven en las regiones en desarrollo, principalmente África y Asia. La proporción de personas subalimentadas varía en gran medida según la región que se considere, pudiendo ir desde menos del 5% a más del 35%. En particular, se registran porcentajes elevados en África Subsahariana, donde cerca del 25% de la población está subalimentada. Aunque la tasa de hambre —es decir la proporción de la población total que está subalimentada— ha disminuido en la región, el número de personas subalimentadas ha aumentado en 44 millones desde 1990, lo cual refleja el crecimiento de la población. En valores absolutos, Asia Meridional es la región con mayor número de personas expuestas al riesgo de la inseguridad alimentaria, puesto que tiene a 281 millones de personas subalimentadas².

5. En todos los países, las personas que viven en las zonas rurales son las más expuestas a la inseguridad alimentaria, pues su acceso a los alimentos y a los recursos financieros es limitado³. El 50% de ellas son pequeños agricultores. En Asia y en África Subsahariana, esas explotaciones producen más del 80% de los alimentos; el 84% de las explotaciones agrícolas familiares abarcan menos de 2 ha y ocupan únicamente el 12% de la superficie agrícola⁴.

6. El Objetivo de Desarrollo Sostenible 2 consiste en poner fin al hambre y asegurar el acceso de todas las personas a una alimentación sana, nutritiva y suficiente durante todo el año. En general, la mayor parte de las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible están

¹ FAO, 2016, Indicadores de la seguridad alimentaria, disponibles en <http://www.fao.org/economic/ess/ess-fs/indicadores-de-la-seguridad-alimentaria/es/> (consultado el 2 de septiembre de 2016).

² FAO, Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola y Programa Mundial de Alimentos, 2015, *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo – Cumplimiento de los objetivos internacionales para 2015 en relación con el hambre: balance de los desiguales progresos* (FAO, Roma).

³ *Ibid.*

⁴ FAO, 2015, *El estado de los mercados de productos básicos agrícolas 2015-16 – Comercio y seguridad alimentaria: lograr un mayor equilibrio entre las prioridades nacionales y el bien colectivo* (Roma).

relacionadas con la cuestión fundamental de lograr la seguridad alimentaria a nivel mundial.

7. La pobreza y el cambio climático agravan el problema mundial de la inseguridad alimentaria. Otros factores inciden directamente en el logro de la seguridad alimentaria, como el crecimiento de la población y la urbanización, el cambio de los patrones de consumo, los conflictos y las características topográficas particulares de ciertas regiones geográficas.

8. El logro de la meta hambre cero de aquí a 2030 exigirá que se utilicen aplicaciones de CTI nuevas y existentes en todo el sistema alimentario, teniendo en cuenta todas las dimensiones de la seguridad alimentaria. La capacidad de innovar es primordial, no solo para asegurar la disponibilidad permanente de alimentos nutritivos, sino también para que la agricultura y el sistema alimentario en general se conviertan en impulsores del desarrollo económico sostenible.

II. La ciencia y la tecnología al servicio de la seguridad alimentaria

9. Una serie de tecnologías pueden contribuir a resolver los problemas que se plantean en relación con el logro de las cuatro dimensiones de la seguridad alimentaria (véase el cuadro). Utilizando tecnologías nuevas o ya existentes para luchar contra las presiones biótica o abiótica, elevar la productividad agrícola y pecuaria, mejorar la fertilidad de los suelos y el abastecimiento de agua se puede aumentar la cantidad de alimentos producidos. Las innovaciones en materia de almacenamiento, refrigeración, transporte y transformación de productos agrícolas pueden servir para encarar la dimensión de la accesibilidad de los alimentos. La aplicación de la ciencia a la producción de alimentos básicos de alto valor nutritivo puede ser una forma de luchar contra la malnutrición y mejorar la utilización de los alimentos. Por último, utilizando la CTI para fines de mitigación y adaptación al cambio climático, por ejemplo con la agricultura de precisión, los seguros indexados y los sistemas de alerta temprana, se puede hacer frente a la inestabilidad alimentaria.

Ejemplos de aplicaciones de la ciencia, la tecnología y la innovación al servicio de la seguridad alimentaria

<i>Seguridad alimentaria</i>	<i>Problema</i>	<i>Ejemplos de aplicaciones de la ciencia, la tecnología y la innovación</i>
Disponibilidad de los alimentos	Presiones bióticas	Cultivos resistentes a las enfermedades o las plagas Berenjena resistente a las plagas Variedades de trigo resistentes a la roya Plaguicidas Herbicidas Máquinas de labranza Repelentes ambientales para evitar plagas agrícolas Prácticas de cultivo mejoradas (por ejemplo mecanismos de tiro y empuje)
	Presiones abióticas	Cultivos adaptados a los suelos salinos (por ejemplo, quinua o papa) Cultivos resilientes al clima
	Mejora de la productividad agrícola (en general) ^a	Mejoramiento genético convencional Cultivo de tejidos y micropropagación Selección con ayuda de marcadores Ingeniería genética avanzada Herramientas de diagnóstico de bajo costo para extensionistas agrícolas

<i>Seguridad alimentaria</i>	<i>Problema</i>	<i>Ejemplos de aplicaciones de la ciencia, la tecnología y la innovación</i>
	Mejorar la agricultura destinada a la ganadería (en general)	<p>Forraje con alto contenido nutritivo y de bajo costo</p> <p>Nitrógeno líquido y alternativas de bajo costo para la preservación del semen animal</p> <p>Herramientas de diagnóstico de bajo costo para veterinarios ganaderos</p> <p>Ingeniería de tejidos para productos animales cultivados en laboratorio</p> <p>Fármacos de bajo costo para uso veterinario (termoestables, de ser posible)</p>
	Escasez de agua ^b	<p>Tecnologías de almacenamiento de agua (tecnologías de las aguas subterráneas, acuíferos, estanques, tanques, tanques de plástico de bajo costo, humedales naturales, embalses)</p> <p>Canales de riego</p> <p>Tecnologías de microrriego, riego por goteo, riego de burbuja, riego por microaspersor</p> <p>Movimiento de fluidos (bombas mecánicas manuales, bomba accionada por pedal, bombas de agua solares para riego, bombas alimentadas con hidrógeno, bombas eléctricas y bombas impulsadas por combustibles fósiles)</p> <p>Tratamiento fúngico de semillas y plantas sujetas a estrés hídrico</p> <p>Ácido silícico estabilizado para incrementar la tolerancia a las sequías</p> <p>Sistemas de programación del riego y sistemas de apoyo a la decisión</p> <p>Tecnología de plantación para una mayor eficacia en el uso del agua</p> <p>Almohadillas de agua (tecnología de amortiguación del pH del agua)</p> <p>Mecanismos para la recogida del agua de lluvia</p> <p>Tecnologías de desalinización del agua</p> <p>Reutilización de las aguas residuales</p> <p>Agricultura de conservación</p> <p>Sensores portátiles para la detección de aguas subterráneas</p>
	Suelo	<p>Fertilizantes sintéticos y biológicos</p> <p>Digestores de biogás</p> <p>Sistemas de separación de estiércol líquido</p> <p>Labranza cero o de conservación</p> <p>Microorganismos del suelo</p> <p>Fijación biológica del nitrógeno</p> <p>Kits de análisis de suelos para evaluar su contenido en nutrientes</p>
	Necesidad de una integración precisa, programación de los insumos para aumentar el rendimiento	<p>Captación y análisis informatizado de imágenes</p> <p>Drones</p> <p>Internet de las cosas</p> <p>Macrodatos</p> <p>Programas y aplicaciones informáticas de gestión agrícola</p>
	Agricultura en entornos urbanos	<p>Agricultura bajo techo</p> <p>Agricultura Vertical</p> <p>Cultivos hidropónicos</p> <p>Invernaderos de bajo costo</p>

<i>Seguridad alimentaria</i>	<i>Problema</i>	<i>Ejemplos de aplicaciones de la ciencia, la tecnología y la innovación</i>
	Operaciones agrícolas que requieren potencia y operaciones que requieren precisión	Tractores Tecnologías robóticas Utensilios de tracción animal
Acceso a la alimentación	Pérdidas posteriores a las cosechas (almacenamiento, refrigeración y transporte)	Tecnologías de conservación de frutas Conservantes a base de hexano Enfriadores de leche a pilas térmicas Nanotecnologías Variedades genéticas mejoradas Tecnología de secado, aireación y almacenamiento de semillas y granos Innovaciones en materia de envasado Recubrimiento con ceras Tecnologías de prehervido del arroz Tecnologías eficaces de procesamiento de legumbres Tecnologías de secado del arroz Conservación en cámaras frigoríficas Tecnologías de limpieza, calibración y envasado Refrigeración sin electricidad Vehículos refrigerados de bajo costo Secadores solares de bajo costo Sellado hermético o al vacío
	Necesidad de equipos para la cosecha y el procesamiento de productos agrícolas	Trilladoras (motorizadas o a pedales) Tecnologías de procesamiento de productos agropecuarios (productos agrícolas, cárnicos, lácteos, pesqueros)
Utilización de los alimentos	Falta de alimentos nutritivos, especialmente alimentos básicos	Alimentos básicos con alto contenido nutritivo Yuca, maíz y boniato de masa anaranjada enriquecidos con vitamina A Arroz, frijol, trigo y mijo perla enriquecidos con hierro y zinc; maíz proteínico de calidad
	Falta de información sobre una alimentación saludable	Difusión de información sobre alimentación (por ejemplo mediante aplicaciones para teléfonos móviles sobre cuestiones de salud)
Estabilidad alimentaria	Imposibilidad de prever cuándo y cómo cultivar	Tecnologías de previsión meteorológica Sensores infrarrojos para detectar el estrés de los cultivos Imágenes hiperespectrales, obtenidas mediante drones y satélites
	Falta de mecanismos financieros que garanticen los ingresos	Seguros indexados (para los cultivos y el ganado)

Fuente: UNCTAD.

^a Entre las aplicaciones de la CTI destinadas a mejorar la disponibilidad de los alimentos podrían figurar los procedimientos técnicos que ya existen, junto con tecnologías nuevas e incipientes. Por ejemplo, una técnica como el sistema de intensificación del cultivo de arroz permite elevar la productividad media (aportación de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)).

^b Muchas de las tecnologías destinadas a mejorar el abastecimiento de agua citadas en el cuadro proceden de una contribución del Gobierno de los Estados Unidos de América.

A. Disponibilidad de los alimentos: aplicación de la ciencia y la tecnología para incrementar la productividad agrícola

10. La FAO constató un déficit de alimentos de cerca del 70% entre las calorías procedentes de cultivos disponibles en 2006 y la demanda de calorías prevista en 2050⁵. La CTI puede contribuir en gran medida a aumentar la producción de alimentos, seleccionando variedades mejoradas de cultivos y optimizando la utilización de los insumos necesarios para aumentar la productividad de la agricultura.

Técnicas convencionales de cruzamiento para desarrollar variedades vegetales mejoradas y aumentar el rendimiento de los cultivos

11. La modificación genética de las variedades vegetales puede utilizarse para enriquecerlas en nutrientes, aumentar su resistencia a la sequía, los herbicidas, las enfermedades o las plagas, y obtener mejores rendimientos. Las primeras formas de modificación genética practicadas en la agricultura se basaban en métodos convencionales de cruzamiento. Si bien ese tipo de mejoramiento se limita a seleccionar los mejores rasgos existentes en una misma familia de plantas⁶, esa tecnología sigue siendo útil, especialmente para los pequeños agricultores de muchas zonas geográficas diferentes.

12. Entre las iniciativas recientes que tienen por objeto aprovechar los métodos convencionales de cruzamiento y facilitar el fomento de la capacidad de los agricultores y son el resultado de la cooperación Norte-Sur cabe mencionar el proyecto “Nutritious Maize for Ethiopia” (Maíz nutritivo para Etiopía) y la Pan-Africa Bean Research Alliance (Alianza Panafricana para la Investigación sobre el Frijol)⁷. Otros países recurren a los métodos tradicionales de cruzamiento —y al mismo tiempo a la transferencia de tecnologías— para aumentar la productividad de los cultivos de alimentos básicos en condiciones climáticas y ambientales rigurosas. El Gobierno del Perú tiene desde 1968 un programa de mejoramiento genético de cereales para una producción sostenible de productos agrícolas⁸.

Aumentar la productividad agrícola con cultivos transgénicos

13. La modificación transgénica aporta una serie de beneficios: resistencia a las presiones bióticas (los insectos y las enfermedades) y las presiones abióticas (la sequía), mayor contenido nutritivo, mejor sabor y apariencia, tolerancia a los herbicidas y disminución del uso de fertilizantes sintéticos. En vista de los problemas que plantea la creciente escasez de agua y la degradación de las tierras, esas tecnologías tienen el potencial de incrementar la productividad por unidad de superficie o por planta. Una serie de países, como Bulgaria, en su Instituto de Fisiología y Genética Vegetales, están desarrollando su capacidad en esas biotecnologías agrícolas modernas para aumentar la resistencia de los cultivos a los factores de estrés ambientales⁹.

14. Los productos procedentes de cultivos modificados genéticamente, que en un principio eran comercializados por empresas transnacionales de semillas y agroquímicos, pueden resultar costosos y crear en los pequeños agricultores una dependencia con respecto a los insumos externos¹⁰, aunque ciertas iniciativas filantrópicas recientes están poniendo esas tecnologías a su alcance. Dado que la biotecnología ha sido desarrollada en gran parte en el sector privado, se plantean además las cuestiones del acceso a la tecnología, la

⁵ FAO, 2006, *World Agriculture: Towards 2030/2050 – Prospects for Food, Nutrition, Agriculture and Major Commodity Groups*, informe provisional (Roma).

⁶ S. Buluswar, Z. Friedman, P. Mehra, S. Mitra y R. Sathre, 2014, *50 Breakthroughs: Critical Scientific and Technological Advances Needed for Sustainable Global Development* (Institute for Globally Transformative Technologies, Berkeley, California (Estados Unidos de América)).

⁷ Contribución del Gobierno del Canadá.

⁸ Contribución del Gobierno del Perú.

⁹ Contribución del Gobierno de Bulgaria.

¹⁰ Banco Mundial, 2008, *Informe sobre el Desarrollo Mundial 2008 – Agricultura para el desarrollo* (Washington D.C.).

emisión de patentes sobre formas de vida, la distribución de los beneficios, la dinámica del mercado, la evaluación y mitigación de los riesgos y otras cuestiones conexas¹¹.

15. Mientras esas cuestiones siguen siendo objeto de debate a nivel mundial, regional y nacional, los principales desafíos que han de enfrentar los países en desarrollo podrían consistir en adquirir la capacidad de innovación necesaria para examinar, seleccionar, difundir, adaptar y evaluar esas tecnologías con el fin de resolver problemas agrícolas locales, habida cuenta de la elevada intensidad en conocimientos de la biotecnología agrícola moderna¹². Entre los componentes de esa capacidad de innovación no solo figuran los recursos humanos, las instituciones de investigación y desarrollo y una infraestructura adecuada, sino también la formulación de leyes y reglamentos que promuevan el comercio y la innovación y reconozcan los conocimientos tradicionales y autóctonos, y la formulación de una reglamentación en materia de bioseguridad y el establecimiento de instituciones que velen por la seguridad de las personas, las plantas, los animales y el medio ambiente¹³.

Gestión de suelos para un mayor rendimiento agrícola

16. Cabe la posibilidad de que las variedades genéticamente mejoradas no aumenten el rendimiento, si no se resuelven problemas como el de la poca fertilidad del suelo. Desde hace decenios se vienen utilizando fertilizantes sintéticos para obtener mejores rendimientos agrícolas pero su intensidad en capital, el hecho de que dependan del gas natural —en particular en el caso del nitrógeno— y su considerable huella ecológica hacen que no sean sostenibles. El consumo excesivo de fertilizantes y agua puede causar daños al medio ambiente y por ende causar perjuicios económicos a los pequeños agricultores.

17. Hay una serie de tecnologías y técnicas nuevas que viabilizan el uso de fertilizantes más sostenibles. El Instituto Nacional de Investigación en Tecnología Química de Nigeria ha desarrollado un fertilizante a base de madera de neem y un fertilizante biológico extraído de la moringa oleífera, inocuo para el medio ambiente¹⁴.

18. Con métodos de fijación del nitrógeno y otros componentes de los fertilizantes que no sean tan intensivos en capital y energía como los que actualmente se utilizan, se podría lograr que el enriquecimiento en nutrientes fuera más sostenible desde el punto de vista ambiental. Un ejemplo de ello es la iniciativa “N2Africa”, un proyecto científico a gran escala de investigación para el desarrollo, que tiene por objeto poner la fijación del nitrógeno al servicio de los pequeños agricultores que cultivan leguminosas en África¹⁵.

¹¹ Hay diferentes opiniones sobre el papel de los derechos de propiedad intelectual en lo que se refiere a los cultivos genéticamente modificados. Para mayor información, véase www.iphandbook.org (consultado el 21 de febrero de 2017); E. Marden, R. Godfrey y R. Manion, eds., 2016, *The Intellectual Property–Regulatory Complex: Overcoming Barriers to Innovation in Agricultural Genomics* (UBC Press, Vancouver); C. Chiarolla, 2011, *Intellectual Property, Agriculture and Global Food Security: The Privatization of Crop Diversity* (Edward Elgar, Cheltenham, Reino Unido); UNCTAD – Centro Internacional de Comercio y Desarrollo Sostenible, 2005, *Resource Book on TRIPS and Development* (Cambridge University Press, Nueva York); J. Reichman y C. Hasenzahl, 2003, *Non-voluntary Licensing of Patented Inventions: Historical Perspective, Legal Framework under TRIPS and an Overview of the Practice in Canada and the USA [United States]*, documento temático núm. 5 (Ginebra).

¹² UNCTAD, 2002, *Key Issues in Biotechnology* (publicación de las Naciones Unidas, Nueva York y Ginebra).

¹³ UNCTAD, 2004, *The Biotechnology Promise: Capacity-Building for Participation of Developing Countries in the Bioeconomy* (publicación de las Naciones Unidas, Nueva York y Ginebra).

¹⁴ Contribución del Gobierno de Nigeria.

¹⁵ Contribución de la Universidad Wageningen; K. Giller, A. Franke, R. Abaidoo, F. Baijukya, A. Bala, S. Boahen, K. Dashiell, S. Kantengwa, J. Sanginga, N. Sanginga, A. Simmons, A. Turner, J. De Wolf, P. Woomer y B. Vanlauwe, 2013, “N2Africa: Putting nitrogen fixation to work for smallholder farmers in Africa”, en B. Vanlauwe, P. Van Asten y G. Blomme, eds., *Agro-ecological Intensification of Agricultural Systems in the African Highlands* (Routledge, Londres).

19. Los fertilizantes biológicos producidos con tecnologías nuevas (mediante compostaje o a base de abono o estiércol), más viables y eficaces, podrían reemplazar cada vez más a los fertilizantes sintéticos. Ahora bien, para utilizar esos fertilizantes biológicos, en particular los que se elaboran con excrementos humanos, puede ser necesario contar con una infraestructura de saneamiento. Asimismo, la agricultura de precisión puede facilitar una utilización racional de insumos en función del tipo de cultivo y de la condición de los suelos de tal modo que aumenten los rendimientos, con un impacto ambiental mínimo¹⁶ (recuadro 1).

Recuadro 1

Utilización de las tecnologías de la información y las comunicaciones para mejorar la calidad de los suelos en Bangladesh

El programa Katalyst de Bangladesh tiene por objeto incrementar los ingresos de los ciudadanos en varios sectores, entre ellos la agricultura, y al mismo tiempo aumentar la seguridad alimentaria. El Instituto de Desarrollo de los Recursos del Suelo, del Ministerio de Agricultura, se ha asociado con Katalyst para prestar un servicio basado en las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) destinado a dar a los agricultores un asesoramiento específico sobre el uso de fertilizantes, en función de los cultivos y los lugares de que se trate.

Mediante el análisis de los datos relativos a una muestra de tierra, el servicio formula recomendaciones sobre cómo optimizar la rentabilidad de los insumos y el rendimiento de los cultivos. En colaboración con las empresas Bangladink y Grameenphone, se puso en marcha un servicio ambulante de información sobre fertilizantes y se encomendó a eGeneration, una empresa local de tecnología de la información, el desarrollo de la aplicación informática correspondiente en el idioma local (bangla), teniendo debida cuenta de los agricultores a quienes iba destinada y del contexto local. Desde que se puso en marcha en julio de 2009, los usuarios han recortado en hasta un 25% sus gastos en fertilizantes y han logrado aumentar el rendimiento de sus cultivos en hasta un 15%. El éxito obtenido ha llevado a Katalyst a iniciar un proyecto similar para difundir información sobre el riego.

Fuente: UNCTAD, sobre la base de información proporcionada por Katalyst en UNCTAD, 2012, *Informe sobre la Economía de la Información 2012* (publicación de las Naciones Unidas, Ginebra).

Tecnologías de riego: tecnologías de abastecimiento de agua para la producción de alimentos

20. Al igual que la fertilidad de los suelos, la disponibilidad de agua es de primordial importancia para asegurar y aumentar la productividad de los cultivos. Cerca del 70% del agua dulce consumida en el mundo se destina a la agricultura¹⁷. Lamentablemente, muchos agricultores no pueden abastecerse de agua por la escasez física de este elemento (no hay suficiente agua para satisfacer las necesidades) o la escasez económica de agua (no se invierte en la infraestructura necesaria o no se cuenta con suficiente capacidad humana para satisfacer la demanda de agua), entre otros factores (véase el gráfico 1). Para hacer frente a esos desafíos y aumentar el abastecimiento de agua para la producción de alimentos se pueden utilizar perforadoras a precios asequibles, aparatos de bombeo alimentados con energía renovable, y tecnologías de desalinización y de mejoramiento de la eficacia en el uso del agua¹⁸.

¹⁶ Buluswar y otros, 2014.

¹⁷ Para una reseña más detallada de las tecnologías de gestión del agua en la agricultura, véase UNCTAD, 2011a, *Water for Food: Innovative Water Management Technologies for Food Security and Poverty Alleviation. UNCTAD Current Studies on Science, Technology and Innovation, núm. 4* (Naciones Unidas, Ginebra).

¹⁸ Muchas de las tecnologías mencionadas en esta sección figuraban en la contribución del Gobierno de los Estados Unidos.

21. Utilizando perforadoras ligeras para extraer el agua de las capas freáticas de poca profundidad y equipos para detectar la presencia de aguas subterráneas se puede lograr que las aguas subterráneas estén más accesibles para el riego. Las bombas de riego a energía solar pueden aumentar el acceso al riego en los casos en que no pueden usarse bombas manuales, cuyo manejo es extenuante, o en que las bombas motorizadas, que además de ser caras, ocasionan gastos recurrentes en combustible, resultan inasequibles¹⁹. También hay sistemas de almacenamiento de las aguas pluviales, muy económicos, que pueden servir para el riego²⁰.

22. Cuando no es posible utilizar bombas a diésel o a energía solar, puede optarse por bombas hidropulsadas para regar los cultivos, siempre que haya una corriente de agua a proximidad. Los invernaderos pueden servir para mitigar la escasez de agua propia de los lugares en que las lluvias son imprevisibles y permitir que la temporada de crecimiento de los cultivos dure todo el año.

23. En ciertos lugares hay agua subterránea, pero se trata de agua salobre que puede no ser apta para el consumo humano o el riego de cultivos. Las tecnologías de desalinización del agua, como los sistemas de electrodiálisis inversa a energía solar que no necesitan estar conectados a la red de electricidad, pueden eliminar las sales y los minerales de ese tipo de agua²¹.

24. Hay otras tecnologías que permiten una mayor eficacia en el uso del agua para hacer frente a la demanda creciente de la producción agrícola en medios naturales frágiles. Por ejemplo, hay nuevos tratamientos fúngicos para las semillas y las plantas, gracias a los cuales los cultivos de gombo, maíz, mijo y trigo consumen un 50% menos de agua y dan un rendimiento 29% mayor²².

25. Además de las tecnologías materiales y los insumos agrícolas, los datos constituyen un recurso útil para aumentar la disponibilidad de agua y la eficacia en su uso. En el Perú, es difícil y costoso acceder a la información sobre patrones meteorológicos y climáticos. El Instituto para la Cooperación Universitaria Onlus ofrece un sistema de programación del riego que recomienda las mejores prácticas en esa materia sobre la base de datos sobre el clima, las previsiones meteorológicas y los suelos obtenidos por medio de una plataforma móvil²³.

26. Es importante tener en cuenta la dimensión de género del consumo de agua para la producción de alimentos, porque aunque una enorme proporción de la mano de obra agrícola es femenina, las mujeres apenas tienen acceso al agua y otros insumos que pueden incrementar la productividad agrícola²⁴.

¹⁹ Buluswar y otros, 2014.

²⁰ UNCTAD, 2010, *Technology and Innovation Report 2010: Enhancing Food Security in Africa through Science, Technology and Innovation* (publicación de las Naciones Unidas, Nueva York y Ginebra).

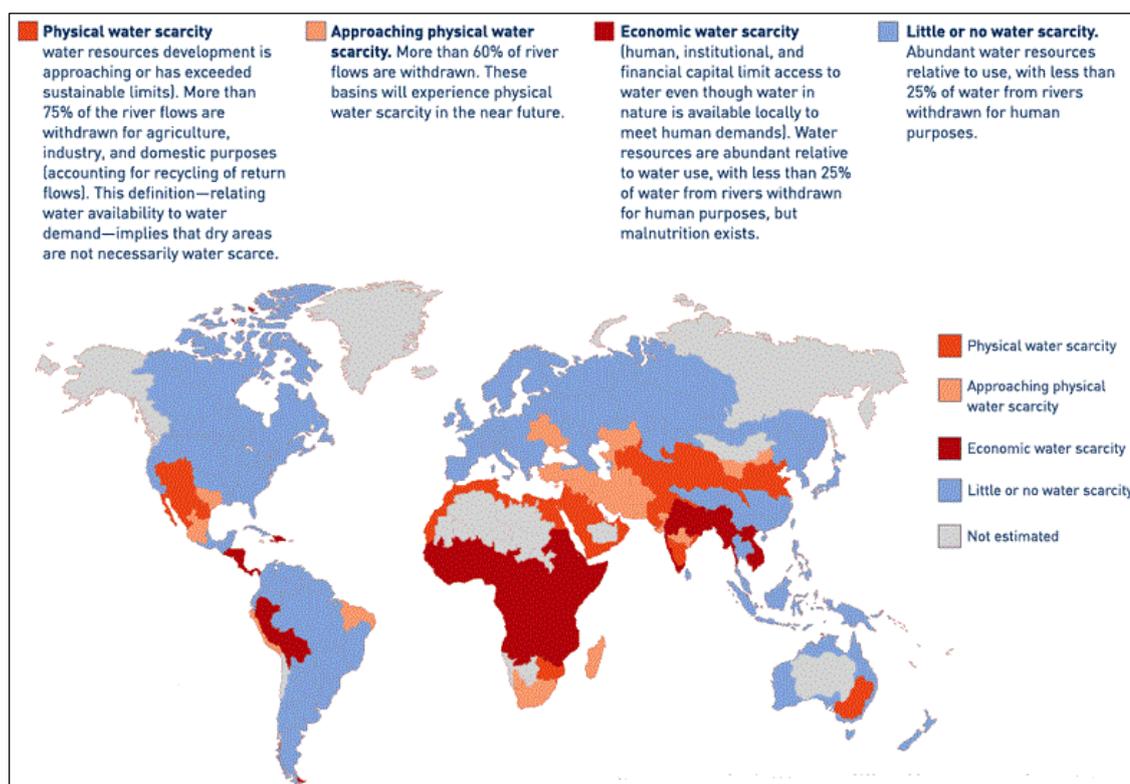
²¹ <http://news.mit.edu/2016/solar-powered-desalination-clean-water-india-0718>;
<http://securingwaterforfood.org/innovators/edr-mit-jain> (ambas páginas consultadas el 21 de febrero de 2017).

²² <http://securingwaterforfood.org/innovators/adaptive-symbiotic-technologies-bioensure> (consultado el 21 de febrero de 2017).

²³ http://securingwaterforfood.org/wp-content/uploads/2016/03/2015-SWFF-Annual-Report_Press_Print-Version.pdf (consultado el 20 de febrero de 2017).

²⁴ UNCTAD, 2011b, *Applying a Gender Lens to Science, Technology and Innovation. UNCTAD Current Studies on Science, Technology and Innovation, núm. 5* (publicación de las Naciones Unidas, Nueva York y Ginebra).

Gráfico 1
Escasez de agua en el mundo



Fuente: Agua para la alimentación – Agua para la vida: Una Evaluación exhaustiva de la gestión del agua en la agricultura, 2007 (Earthscan, Londres).

B. Acceso a la alimentación: tecnologías para la accesibilidad de los alimentos

27. Para asegurar el acceso a la alimentación es fundamental que se reduzcan al mínimo las pérdidas de alimentos en las etapas de producción, almacenamiento y transporte y el desperdicio de alimentos atribuible a los comerciantes y los consumidores. Esas pérdidas agrícolas se deben a factores diversos, como las dificultades de acceso a mercados inmediatos, la falta de instalaciones de almacenamiento adecuadas y la ausencia de equipos de refrigeración y procesamiento de productos agrícolas en el lugar de producción (gráfico 2).

28. Una serie de tecnologías de reducción de las pérdidas poscosecha son útiles en el almacenamiento, el manejo, la refrigeración, el transporte y el procesamiento de los productos. Por ejemplo, Uganda es uno de los ocho países africanos que participan en un proyecto destinado a mejorar el manejo poscosecha, la comercialización y la creación de nuevos productos a base de arroz²⁵. También cabe señalar otras iniciativas como un proyecto agroindustrial de procesamiento de productos cárnicos, lácteos y pesqueros en Cuba²⁶ y la creación reciente de unidades móviles de procesamiento de la yuca en Nigeria²⁷. Asimismo, el uso de variedades genéticamente mejoradas puede limitar las pérdidas poscosecha y permitir la conservación de alimentos para su transporte hasta los mercados locales, nacionales e internacionales.

29. En una serie de proyectos destinados a mejorar la conservación de las cosechas se utilizan nanotecnologías²⁸. El Fondo Canadiense de Investigación sobre la Seguridad

²⁵ Contribución del Gobierno de Uganda.

²⁶ Contribución del Gobierno de Cuba.

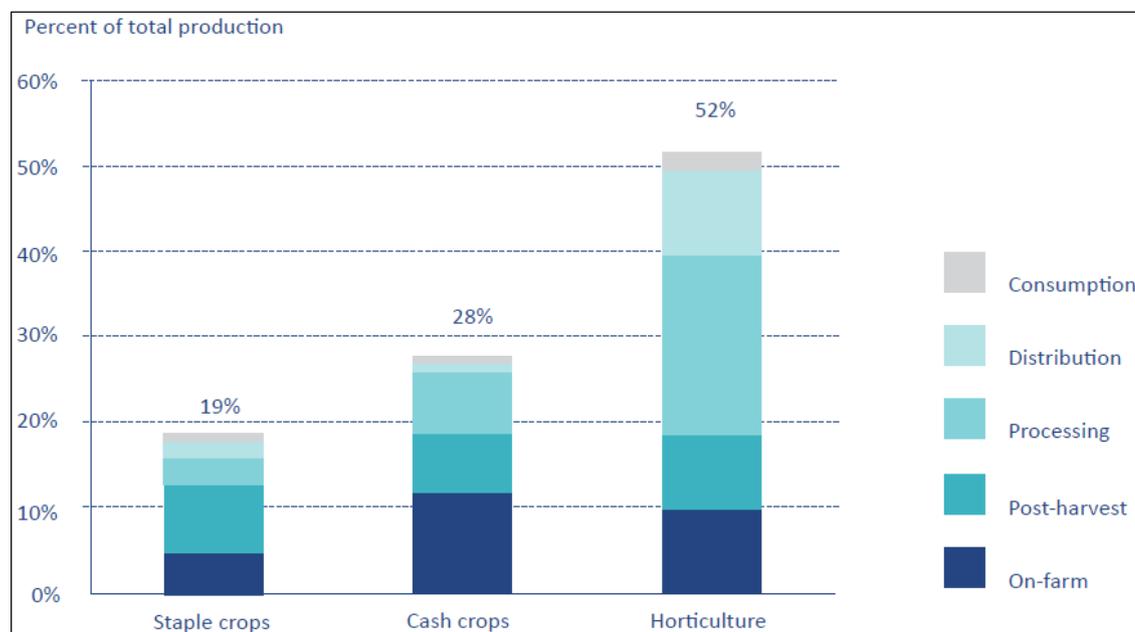
²⁷ <http://www.dadtco.nl/> (consultada el 21 de febrero de 2017).

²⁸ Contribuciones de los Gobiernos del Canadá y Sri Lanka.

Alimentaria Internacional y el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo apoyan un programa destinado a mejorar la conservación de la fruta, en colaboración con otros cinco países: India, Kenya, República Unida de Tanzania, Sri Lanka, y Trinidad y Tabago.

Gráfico 2

Pérdidas agrícolas en África Subsahariana a lo largo de la cadena de valor en el caso de distintos tipos de cultivos



Fuente: FAO, 2011, *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2010-11. Las mujeres en la agricultura: Cerrar la brecha de género en aras del desarrollo* (Roma).

30. Invertir en la formación de personal local que pueda fabricar y reparar trilladoras pequeñas y medianas puede resolver el problema del costo y la disponibilidad de la maquinaria para la recolección. Se organizan talleres de capacitación en el marco de iniciativas como el Soybean Innovation Lab, apoyado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, proyecto que recientemente se puso en marcha en Ghana a título experimental²⁹.

31. Fomentando la capacidad de los pequeños agricultores a fin de que produzcan para los mercados regionales e internacionales se podrían generar incentivos económicos y financieros que los inciten a ampliar la escala de sus actividades. La ayuda al conocimiento, mediante la cual los donantes internacionales fomentan la adquisición de conocimientos útiles para el desarrollo, podría incitar a la observancia de las normas, además de impulsar el desarrollo de tecnologías agrícolas específicas³⁰.

C. Uso de los alimentos: la ciencia al servicio de la nutrición

32. Un total de 1.000 millones de personas en el mundo tienen una ingesta insuficiente de calorías y nutrientes, 2.000 millones ingieren suficientes calorías pero no suficientes nutrientes y 2.500 millones tienen una ingesta calórica excesiva, pero en muchos casos sin

²⁹ Contribución del Gobierno de los Estados Unidos.

³⁰ UNCTAD, 2007, *Los países menos adelantados – Informe de 2007: El conocimiento, el aprendizaje tecnológico y la innovación para el desarrollo* (núm. de venta S.07.II.D.8, publicación de las Naciones Unidas, Nueva York y Ginebra), págs. 187 a 210.

ingerir suficientes nutrientes. Así pues, solo 3.000 millones de personas ingieren una cantidad suficiente y no excesiva de calorías y suficientes nutrientes³¹.

33. El bioenriquecimiento —es decir, la introducción de un mayor contenido de micronutrientes y vitaminas durante el crecimiento de las plantas en los cultivos de alimentos básicos— se plantea como un método eficaz para luchar contra la malnutrición, especialmente en los países en desarrollo. Hasta la fecha, el ejemplo más exitoso de bioenriquecimiento es el boniato de masa anaranjada, desarrollado en el Centro Internacional de la Papa.

34. El proyecto Harvest Plus, del Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias, ha sido un pionero del bioenriquecimiento como estrategia mundial de fitoselección aplicada a una diversidad de cultivos, gracias a la cual se obtienen productos como la yuca, el maíz y el boniato de masa anaranjada enriquecidos con vitamina A, y el arroz, el frijol, el trigo y el mijo perla enriquecidos con hierro y zinc, que se consumen ahora en más de 40 países. La suma de todos estos esfuerzos ya ha tenido efectos positivos para 10 millones de personas —y varios cientos de millones más se beneficiarán de ellos en los próximos decenios³².

35. Por otro lado, países como Guatemala han emprendido una amplia labor para mejorar la nutrición y al mismo tiempo garantizar los medios de subsistencia y la resiliencia por medio del programa Compras para el Progreso del Programa Mundial de Alimentos³³.

D. Estabilidad alimentaria: nuevas formas de luchar contra la inseguridad alimentaria crónica y aguda

36. Los efectos del cambio climático exigirán la adopción de prácticas sostenibles y compatibles con el clima, entre otras la diversificación de la producción.

Adaptar la producción de alimentos al cambio climático

37. La CTI debería centrarse en volver a integrar los cultivos y la ganadería con los correspondientes ciclos cerrados de nutrientes. En relación con lo anterior, se debería aprovechar mejor el potencial de mitigación del secuestro de carbono optimizando la gestión de los pastizales y las tierras cultivadas.

38. Es posible reducir las pérdidas de carbono del suelo preservando los pastizales permanentes que ya existen y se puede incrementar el secuestro de carbono en las tierras cultivables utilizando fertilizantes biológicos, reduciendo al mínimo las perturbaciones de los suelos, optando por la agrosilvicultura, los cultivos mixtos y la plantación de leguminosas.

39. En particular, la utilización de la CTI para la mitigación y adaptación al cambio climático debería centrarse en el suministro de información y la transferencia de conocimientos y debería tener en cuenta las innovaciones sociales y técnicas. En muchos casos se adoptan prácticas que abarcan todos esos aspectos y muchos de los métodos eficaces de adaptación, resiliencia y mitigación del cambio climático generan beneficios colaterales de índole ecológica, agronómica, económica y social.

40. Además, la selección de plantas resistentes a la sequía y al calor que se adapten a las condiciones locales, poniendo el acento en las variedades infrautilizadas, puede contribuir considerablemente a la adaptación de la agricultura al cambio climático.

³¹ J. Ingram, 2016, “What determines food security status?”, ponencia presentada en el Coloquio Internacional sobre la Seguridad Alimentaria y la Nutrición en el Contexto de la Agenda 2030, sobre el tema: “Science and Knowledge for Action”, Universidad de Hohenheim (Alemania), 27 de septiembre, disponible en https://gfe.uni-hohenheim.de/fileadmin/einrichtungen/gfe/Dateien/HLPE_John_Ingram.pdf (consultado el 21 de febrero de 2017).

³² https://www.worldfoodprize.org/en/laureates/2016__andrade_mwanga_low_and_bouis/ (consultado el 21 de febrero de 2017).

³³ Contribución del Gobierno del Canadá.

41. El diálogo anual sobre la investigación del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico es un foro en el que se intercambian experiencias sobre la aplicación de la CTI para hacer frente al cambio climático y se tratan, entre otras, las cuestiones de la producción de alimentos y la seguridad alimentaria³⁴.

Utilización de los macrodatos y la Internet de las cosas para la agricultura de precisión

42. Los macrodatos y la Internet de las cosas tienen toda una serie de aplicaciones en la agricultura, por ejemplo los sistemas de apoyo a la decisión, la agricultura de precisión y los seguros. En un programa coordinado por la Iniciativa Pulso Mundial, de las Naciones Unidas, el Gobierno de Indonesia y el Programa Mundial de Alimentos, se creó un índice en tiempo real de precios de los alimentos sobre la base de mensajes públicos sobre los precios difundidos por Twitter³⁵. Asimismo, el Centro Internacional de Agricultura Tropical utiliza macrodatos sobre meteorología y cultivos para una mejor adaptación al cambio climático.

43. El Instituto Internacional de Investigación en Ganadería ha creado un programa conocido como “Seguro Ganadero basado en Índices”, que ofrece a los pastores nómadas del Cuerno de África una protección financiera cuyo desembolso se determina en función de un índice de precipitación pluvial³⁶. De una encuesta a los hogares para evaluar los efectos del programa en la región se desprende que los hogares afiliados al seguro se veían obligados a reducir su ingesta de alimentos o vender ganado con menos frecuencia que los demás y eran más propensos a recurrir a servicios veterinarios, solían producir más leche y tenían hijos mejor alimentados³⁷.

44. Como los datos sobre meteorología y la Internet de las cosas tienen un valor cada vez mayor como insumos agrícolas, una serie de iniciativas nuevas se centran en la difusión de datos para mejorar la productividad agrícola. Por ejemplo, la iniciativa Global Open Data for Agriculture and Nutrition, una red que agrupa a más de 430 miembros, se ocupa específicamente de los beneficios universales del control y la gestión de los datos abiertos, prestando especial atención a las iniciativas locales de capacitación en los países en desarrollo³⁸.

45. Pese al potencial de los macrodatos y la Internet de las cosas, las partes interesadas han expresado su preocupación por los problemas de privacidad y seguridad que se plantean en el manejo de los datos agrícolas, los aspectos políticos de la propiedad y la transparencia de los datos, los fallos en la protección de los datos y el acceso de los pequeños agricultores a dicha información.

Sistemas de alerta temprana

46. El 80% de los cultivos mundiales, cuya superficie se estima en 1.400 millones de hectáreas, son de secano y representan cerca del 60% de la producción agrícola mundial³⁹. Con pronósticos meteorológicos precisos y fiables, los agricultores, especialmente los que se encuentran cerca del ecuador, pueden aprovechar las precipitaciones pluviales para la producción agrícola en regiones caracterizadas por una variabilidad climática extrema.

47. Los sistemas mundiales han desempeñado un papel decisivo en la difusión de información sobre determinados países o regiones para ayudar a los agricultores a aumentar al máximo su productividad. Entre dichos sistemas figuran el Sistema Mundial de Información y Alerta sobre la Alimentación y la Agricultura y el Seguimiento del Mercado

³⁴ Contribución de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

³⁵ Iniciativa Pulso Mundial de las Naciones Unidas, <http://www.unglobalpulse.org/nowcasting-food-prices> (consultado el 14 de febrero de 2017).

³⁶ https://www.worldfoodprize.org/en/nominations/norman_borlaug_field_award/2016_recipient/ (consultado el 21 de febrero de 2017).

³⁷ <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/66652/ResearchBrief52.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (consultado el 21 de febrero de 2017).

³⁸ Contribución de la red Global Open Data for Agriculture and Nutrition.

³⁹ http://securingwaterforfood.org/wp-content/uploads/2016/03/2015-SWFF-Annual-Report_Press-Print-Version.pdf (consultado el 21 de febrero de 2017).

del Arroz, de la FAO; el Sistema de Alerta Temprana para Casos de Hambruna (de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional), el Early Warning Crop Monitor (del Grupo de Observaciones de la Tierra) y el sistema mundial de vigilancia de cultivos basado “en la nube”, llamado Crop Watch (de la Academia China de Ciencias) (recuadro 2). Hay iniciativas regionales, como el Mecanismo de Cooperación Regional para la Supervisión y Alerta Temprana de la Sequía, en Asia y el Pacífico (de la Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico) y el Observatorio Hidrometeorológico Transafricano, que también suministran datos de alta calidad a sus regiones respectivas para incrementar la productividad de los cultivos y la seguridad alimentaria.

Recuadro 2

Crop Watch: un sistema mundial de vigilancia de cultivos basado “en la nube”

El sistema Crop Watch, desarrollado y gestionado por el Instituto de Teleobservación y Cartografía Digital, de la Academia China de Ciencias, brinda apoyo a las respuestas de emergencia mediante la publicación periódica de información agrícola en todo el mundo. Aprovechando las múltiples fuentes nuevas de datos de teleobservación, Crop Watch sigue un sistema jerárquico con cuatro niveles de detalle: mundial, regional, nacional (abarca 31 países clave, entre ellos China) y “subnacional”. Esos 31 países son origen de más del 80% de la producción y las exportaciones de maíz, arroz, soja y trigo. La metodología aplicada utiliza indicadores climáticos y de teleobservación en escalas diferentes. Las tendencias mundiales de las condiciones ambientales de explotación de los cultivos se analizan primero en función de indicadores sobre la pluviometría, la temperatura, la radiación fotosintéticamente activa y la biomasa potencial. A escala regional, los indicadores se refieren sobre todo a los cultivos y tienen en cuenta factores como el indicador de la salud vegetal, el índice sobre el estado de la vegetación, la superficie de la tierra arable cultivada y la intensidad del cultivo. Juntos, todos esos factores dan cuenta de la situación de los cultivos, la intensidad de los cultivos y la presión a la que están sometidos.

Fuente: Instituto de Teleobservación y Cartografía Digital de la Academia China de Ciencias, Dependencia de Agricultura Digital.

E. Convergencia de las tecnologías nuevas e incipientes

48. La convergencia de una serie de tecnologías incipientes, como la biología sintética, la inteligencia artificial, la ingeniería de tejidos, la impresión en tres dimensiones, los drones y la robótica, podrían tener repercusiones muy profundas en el futuro de la producción de alimentos y la seguridad alimentaria. Aunque muchas de sus aplicaciones están por el momento en la etapa de investigación y desarrollo o de demostración en los países desarrollados, esas tecnologías podrían transformar el futuro de la producción de alimentos, ya sea individualmente o mediante aplicaciones convergentes.

49. Los avances recientes de la biotecnología han dado origen a un nuevo enfoque de la edición del genoma (la transformación de las secuencias de nucleótidos), basado en la tecnología de repeticiones palindrómicas cortas agrupadas y regularmente interespaciadas (CRISPR) y la *Escherichia coli* asociada a la tecnología CRISPR. Gracias a este método, la edición del genoma puede consistir en insertar en las plantas modernas genes resistentes a la enfermedad procedentes de variedades silvestres de la misma familia. La ingeniería genética basada en la tecnología CRISPR puede acelerar el mejoramiento genético de los cultivos con técnicas convencionales. El método se ha puesto a prueba en cultivos comerciales para incrementar los rendimientos, mejorar la resistencia a la sequía y aumentar el crecimiento en caso de escasez de nutrientes, a fin de desarrollar variedades con mejores propiedades nutricionales y luchar contra los organismos fitopatógenos.

50. Algunas innovaciones tienen potencial para transformar las formas actuales de la agricultura destinada a la ganadería o dejarlas obsoletas. Investigadores de la Universidad de Delaware están secuenciando el código genético del pollo africano de cuello desnudo

con el propósito de determinar si su resistencia al calor puede incorporarse en otros pollos resilientes al cambio climático. En la Universidad del Estado de Michigan se está realizando una labor similar con pavos resistentes a las olas de calor⁴⁰.

51. Como la biología se está convirtiendo en una tecnología de la información, cabe contemplar la posibilidad de cultivar ciertos alimentos fuera del modelo convencional de producción agropecuaria industrial para fabricar productos animales en laboratorio. Hay empresas emergentes que están desarrollando claras de huevo que no son de origen animal y se producen con menos insumos de agua y tierra, pero conservan el sabor y el valor nutricional de las claras de huevo de gallina. Otras empresas fabrican carne y queso con material exclusivamente vegetal, mientras que algunos estudiosos e investigadores aprovechan los avances de la ingeniería de tejidos para intentar producir carne con técnicas de impresión en tres dimensiones. Se ha afirmado que la producción de carne en laboratorio podría requerir menos tierras y menos agua y generar menos emisiones de gases de efecto invernadero. Ahora bien, la aplicación de todas estas tecnologías a escala industrial podría tener consecuencias considerables para la agricultura destinada a la ganadería de los países en desarrollo.

52. Los macrodatos, la Internet de las cosas, los drones y la inteligencia artificial podrían acelerar la transición a la agricultura de precisión, que requiere menos insumos agroquímicos para llevar a cabo los procesos agrícolas actuales. Algunas empresas utilizan un novedoso método de secuenciación genética, junto con técnicas de aprendizaje automático, para determinar la calidad de los suelos y contribuir al mejoramiento de la calidad de los cultivos. El aprendizaje automático se aplica a las imágenes captadas por drones y satélites para elaborar modelos meteorológicos detallados que ayudan a los agricultores a adoptar decisiones informadas para obtener el mayor rendimiento posible de sus cultivos; también se aplica a los datos genómicos y fenotípicos de las plantas para hacer previsiones sobre el comportamiento de las nuevas variedades híbridas. Se está automatizando cada vez más la agricultura con la ayuda de robots, por ejemplo en el deshierbe de los cultivos en hileras, que además de ser ecológico resulta económico.

53. Más allá de las zonas rurales, los macrodatos y la Internet de las cosas posibilitan los cultivos bajo techo o la agricultura vertical, que en algunos casos puede fomentar la productividad agrícola y la eficacia en el uso del agua utilizando cantidades mínimas o insignificantes de plaguicidas, herbicidas y fertilizantes. Varias de esas tecnologías (los sensores, la inteligencia artificial, la captación de imágenes y la robótica) pueden combinarse para automatizar la agricultura de precisión. Como no se sabe bien qué efectos podrían tener estas tecnologías convergentes, se necesitan mecanismos eficaces para evaluarlas.

54. Para aprovechar la CTI con el fin de lograr la seguridad alimentaria en 2030 es fundamental gestionar debidamente los riesgos y la reputación de la CTI. Se atribuye a las nuevas tecnologías la capacidad de crear nuevas oportunidades pero al mismo tiempo de trastocar el *statu quo*, y los riesgos que conllevan las tecnologías no se limitan necesariamente a los sectores o los países en que se las aplica. Suele ser difícil prever sus posibles beneficios y efectos positivos y, al mismo tiempo, se teme que los riesgos que conllevan planteen problemas científicos, técnicos, económicos, culturales y éticos. Para gestionar esa incertidumbre tecnológica es preciso contar con una capacidad científica e institucional que permita reaccionar con rapidez valiéndose de los conocimientos disponibles con el fin de hacer frente a los nuevos desafíos y a los fallos tecnológicos⁴¹.

⁴⁰ <http://www.latimes.com/nation/la-na-climate-chickens-20140504-story.html> (consultado el 20 de febrero de 2017).

⁴¹ Proyecto del Milenio de las Naciones Unidas, 2005, *Innovation: Applying Knowledge in Development*, Task Force on Science, Technology and Innovation (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Earthscan, London and Sterling, Virginia (Estados Unidos)).

III. Crear sistemas alimentarios innovadores

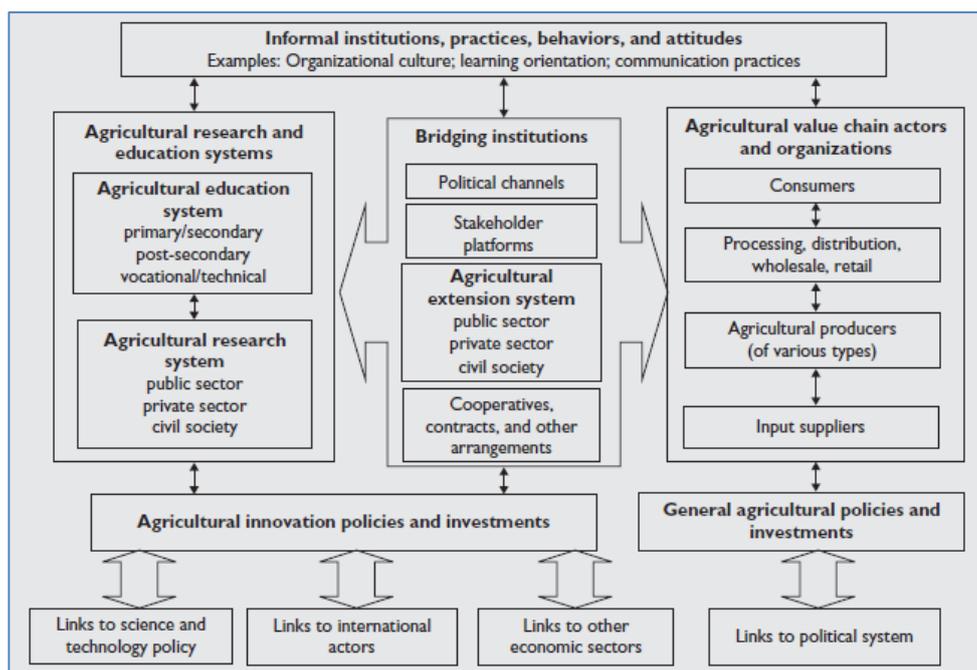
55. Para aprovechar la ciencia y la tecnología en pro de las diferentes dimensiones de la seguridad alimentaria, es necesario que el propio sistema alimentario sea más innovador. El sistema de innovación agrícola es una herramienta útil para analizar el ecosistema y los mecanismos y la infraestructura de apoyo que facilitan la innovación en la agricultura (gráfico 3)⁴².

56. Para diseñar y consolidar un sistema de innovación agrícola es preciso estimular las actividades de investigación y desarrollo, invertir en infraestructuras, fomentar la capacidad humana, crear un entorno propicio y reforzar los intercambios de conocimientos, en particular entre los científicos y los agricultores. Como las mujeres representan una proporción considerable de la mano de obra agrícola, ha de aplicarse una perspectiva de género a la innovación en agricultura. La colaboración regional e internacional puede responder a las prioridades en materia de investigación, mientras que la evaluación y el análisis prospectivo de las tecnologías a nivel internacional puede ayudar a los países a evaluar las consecuencias inmediatas y a largo plazo de las innovaciones para la seguridad alimentaria.

57. Un sistema alimentario innovador ideal fomentaría innovaciones agrícolas que favorezcan a los pobres, consuman poca energía, promuevan la participación de los pequeños agricultores, reconozcan los sistemas locales y tradicionales de adquisición de conocimientos, faciliten la igualdad de género y estén claramente vinculados con el empoderamiento económico y los medios de subsistencia de la población⁴³.

Gráfico 3

El sistema de innovación agrícola



Fuente: Larsen y otros, 2009.

⁴² K. Larsen, R. Kim y F. Theus, eds., 2009, *Agribusiness and Innovation Systems in Africa* (Banco Mundial, Washington D.C.); UNCTAD, 2015a, *Science, Technology and Innovation Policy Review: Thailand* (publicación de las Naciones Unidas, Ginebra y Nueva York).

⁴³ Adaptado de una contribución de E. Daño, Directora para Asia, Erosion, Technology and Concentration Group (Filipinas).

A. Promoción de las actividades de investigación y desarrollo

58. Es urgente invertir más en actividades de investigación de alta calidad que guarden coherencia con modelos de producción adaptados a las necesidades de los pequeños agricultores. Como las condiciones de la ecología, el medio ambiente y la biodiversidad cambian continuamente, es preciso llevar adelante una labor constante de investigación y desarrollo para producir insumos y difundir conocimientos que permitan aumentar al máximo los rendimientos agrícolas y al mismo tiempo proteger el medio ambiente. A nivel nacional, la Academia de Agronomía de Bulgaria, por ejemplo, apoya actividades de investigación y desarrollo de alta calidad⁴⁴ en materia de agricultura y el Fondo de Investigación de Tailandia ha subvencionado a más de 800 proyectos de investigación sobre alimentos desde 1994, poniendo el acento en la participación de las comunidades locales⁴⁵.

59. La investigación —tanto a nivel nacional como internacional— debe perseguir un conjunto más complejo de objetivos que comprende, por una parte, desafíos nuevos (el cambio climático, las energías renovables y la eficiencia energética, la biodiversidad y la gestión de los recursos), y, por otra, desafíos de larga data (el crecimiento de la productividad y la calidad de la producción), así como la promoción de la diversificación. Por ejemplo, la Oficina Federal para la Agricultura de Suiza codirige el Programa de Sistemas Alimentarios Sostenibles del Marco Decenal de Programas sobre Modalidades de Consumo y Producción Sostenibles⁴⁶, una iniciativa de múltiples interesados que tiene por objeto acelerar la transición hacia sistemas alimentarios más sostenibles que posibiliten la seguridad alimentaria y la nutrición de las generaciones presentes y futuras⁴⁷.

60. Hay instituciones internacionales de investigación, como el Consorcio de Centros Internacionales de Investigación Agrícola (CGIAR), importantes para la agenda de investigación internacional sobre la seguridad alimentaria. Además de dirigir y coordinar una labor internacional de investigación agrícola, el CGIAR podría asumir nuevas funciones facilitando la creación de redes, promoviendo los programas de innovación en los niveles estratégicos e internacional, en particular mediante el fomento del diálogo y la transparencia con respecto a fenómenos complejos propios del sector y su contexto.

B. Fomentar la capacidad humana

61. El establecimiento de nuevos programas e instituciones de educación e investigación puede contribuir a la creación de una base de conocimientos y un grupo de expertos para desarrollar la capacidad de innovar en la agricultura. En Cuba, por ejemplo, el Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical no solo realiza una labor de investigación científica sino que también forma a profesionales de Cuba y otros países, incluidos países en desarrollo⁴⁸.

62. Esa labor de formación puede consistir en programas especializados de maestría en universidades que ofrecen carreras de ciencias aplicadas o de investigación, o en institutos, departamentos y programas universitarios nuevos⁴⁹. Ello requiere fondos considerables y un compromiso a largo plazo. Los centros de la FAO y el CGIAR podrían, colaborando estrechamente con las instituciones nacionales de investigación agronómica, apoyar y coordinar esas iniciativas.

⁴⁴ Contribución del Gobierno de Bulgaria.

⁴⁵ Contribución del Gobierno de Tailandia.

⁴⁶ Conocido en inglés como 10YFP Sustainable Food Systems Programme.

⁴⁷ Contribución del Gobierno de Suiza.

⁴⁸ Contribución del Gobierno de Cuba.

⁴⁹ El programa de maestría internacional titulado “Safety in the Food Chain” (Seguridad en la cadena alimentaria) puede servir de modelo para la formación en agronomía (contribución del Gobierno de Austria).

C. Invertir en la infraestructura

63. La infraestructura posibilita la utilización de muchas aplicaciones científicas y técnicas que atañen a diferentes aspectos del sistema alimentario. Si más personas tuvieran acceso a fuentes de agua e instalaciones de saneamiento mejoradas y si se abaratara el acceso al agua se podría incrementar el porcentaje de tierras arables equipadas para el riego. También es importante que todos tengan acceso a fuentes de energía asequibles, confiables, sostenibles y modernas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y al mismo tiempo mantener la productividad agrícola.

64. El desarrollo inclusivo, resiliente y sostenible de las ciudades podría contribuir a consolidar los mercados locales, proporcionar medios a las personas para que se desplacen a mercados cercanos a comprar productos agrícolas y abrir nuevos mercados para las exportaciones y las importaciones. Además, las TIC pueden contribuir en gran medida a la seguridad alimentaria en general y con respecto a la prestación de servicios de extensión, seguros, finanzas y prevención de riesgos en particular.

D. Crear un entorno propicio

65. El desarrollo sostenible de la agricultura es posible si se establecen mecanismos eficaces de gobernanza y se fomenta la coherencia, en los niveles nacional e internacional, entre las políticas y los programas en materia de desarrollo agrícola sostenible, sistemas alimentarios, problemas ambientales, protección social, educación, nutrición y salud, así como entre las instituciones, los organismos y los ministerios de los que dependan⁵⁰.

66. Entre los procesos de gobernanza pueden figurar marcos normativos para la propiedad intelectual en la agricultura, la bioseguridad y los mecanismos tecnológicos y/o de evaluación de riesgos, y foros de múltiples interesados para la fijación de prioridades en el sistema de investigación y desarrollo en la agricultura.

67. Los países pueden considerar la posibilidad de alentar la iniciativa empresarial basada en innovaciones agrícolas. Por ejemplo, el Gobierno del Pakistán prestó apoyo a la creación de una industria nacional de tractores que actualmente atiende el 95% de la demanda local. Entidades de los sectores público y privado aunaron esfuerzos para crear capacidad manufacturera local⁵¹. De igual manera, la red Food Innovation Network, creada recientemente en el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, tiene por objeto hacer frente a los problemas que actualmente obstaculizan la innovación, la productividad y el crecimiento en las empresas del sector agroalimentario y las productoras de bebidas en ese país⁵².

68. Si la seguridad alimentaria se considera un componente esencial de un programa más amplio de desarrollo impulsado por la innovación y goza del apoyo de las más altas instancias del Gobierno, puede existir la voluntad política suficiente para facilitar una coordinación y colaboración interministeriales e intersectoriales⁵³. La guía estratégica y práctica sobre ciberagricultura, elaborada conjuntamente por la FAO y la Unión

⁵⁰ Grupo de Alto Nivel de Expertos en Seguridad Alimentaria y Nutrición (GANESAN), 2013, extracto del informe *Inversión en la agricultura a pequeña escala en favor de la seguridad alimentaria*, Resumen y recomendaciones (Roma); GANESAN, 2014, *Las pérdidas y el desperdicio de alimentos en el contexto de sistemas alimentarios sostenibles* (Roma); GANESAN, 2016, *Desarrollo agrícola sostenible para la seguridad alimentaria y la nutrición: ¿qué función desempeña la ganadería?* (Roma); UNCTAD, 2015b, *Informe sobre los Países Menos Adelantados 2015: La transformación de las economías rurales* (núm. de venta S.15.II.D.7, publicaciones de las Naciones Unidas, Nueva York y Ginebra).

⁵¹ Contribución del Gobierno del Pakistán.

⁵² Contribución del Gobierno del Reino Unido.

⁵³ Un ejemplo de política de seguridad alimentaria es el Plan para la Seguridad Alimentaria, Nutrición y Erradicación del Hambre 2025 de la Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños (contribución del Gobierno de Costa Rica).

Internacional de Telecomunicaciones, pone de relieve las sinergias que pueden generarse entre los ministerios responsables de las TIC y los ministerios de agricultura⁵⁴.

E. Reforzar los intercambios de conocimientos

69. Los servicios de extensión pueden ayudar a los agricultores con respecto a toda una serie de cuestiones, como las prácticas de agronomía, la gestión de los recursos naturales, la salud y la gestión del ganado, el acceso a las ayudas financieras y el acceso a los mercados y/o a los intermediarios comerciales.

70. Las TIC pueden mejorar la calidad, el alcance y la eficacia de los servicios de extensión. Los beneficios potenciales de las TIC no dependen necesariamente del grado de sofisticación del aparato utilizado y hay proyectos que no requieren más que teléfonos móviles o consisten en videos de producción local destinados a los agricultores y campañas radiofónicas participativas. Un ejemplo de ello es Access Agriculture, una plataforma en línea que ofrece videos de formación agrícola de alta calidad traducidos en 74 idiomas locales, por medio de los cuales se imparte capacitación de agricultor a agricultor⁵⁵.

71. La inversión pública en programas de selección genética y apoyo a los sistemas locales de semillas con el fin de fomentar la difusión de material genético adaptado localmente, que los agricultores tengan derecho a conservar, intercambiar y comercializar libremente, es un buen ejemplo de la necesidad de inversiones públicas en la investigación y la difusión de tecnologías⁵⁶.

72. Cabe mencionar varios ejemplos de bancos de semillas, como el Banco Portugués de Germoplasma Vegetal⁵⁷ y la red Navdanya de conservadores de semillas y productores biológicos, que se extiende por 18 estados de la India⁵⁸.

F. Incorporar una perspectiva de género en los sistemas alimentarios innovadores

73. Las mujeres representan una proporción considerable y cada vez mayor de la mano de obra agrícola de todo el mundo. Esa proporción es de cerca del 43% en los países en desarrollo y del 50% en los países menos adelantados⁵⁹.

74. A pesar de la función predominante que cumplen en la producción y el procesamiento de alimentos, las mujeres suelen tener un acceso limitado a los recursos (por ejemplo la tecnología, la formación, la educación, la información, el crédito y la tierra) que les permitirían incrementar su producción y suelen estar excluidas de los procesos de adopción de decisiones sobre la gestión del agua y otros recursos naturales⁶⁰.

⁵⁴ Contribución de la Unión Internacional de Telecomunicaciones; véase <http://www.fao.org/3/a-i5564e.pdf> (consultado el 21 de febrero de 2017).

⁵⁵ Contribución de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación.

⁵⁶ GANESAN, 2013.

⁵⁷ Contribución del Gobierno de Portugal.

⁵⁸ Contribución del Grupo Principal para los Niños y los Jóvenes, de las Naciones Unidas.

⁵⁹ FAO, 2011; UNCTAD, 2015b.

⁶⁰ UNCTAD, 2011b; FAO, 2010, Género, Programa de la FAO: Cultivos, disponible en <http://www.fao.org/gender/gender-home/gender-programme/gender-crops/es/> (consultado el 21 de febrero de 2017); Instituto de Estadística de la UNESCO, 2010, *Global Education Digest 2010: Comparing Education Statistics across the World* (Montreal); S. Huyer, N. Hafkin, H. Ertl y H. Dryburgh, 2005, "Women in the information society", en G. Sciadas, ed., *From the Digital Divide to Digital Opportunities: Measuring Infostates for Development* (Orbicom, Montreal); R. Meinzen-Dick, A. Quisumbing, J. Behrman, P. Biermayr-Jenzano, V. Wilde, M. Noordeloos, C. Ragasa y N. Beintema, 2010, "Engendering agricultural research", documento de debate 973 (Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias, Washington D.C.); M. Carr y M. Hartl, 2010, *Lightening the Load: Labour-saving Technologies and Practices for Rural Women* (Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola y Practical Action, Rugby (Reino Unido)).

75. La promoción de la aplicación de enfoques comunitarios al desarrollo de nuevas tecnologías agrícolas y la diversificación de los cultivos puede beneficiar a las mujeres y a los pequeños agricultores en general. Los servicios de extensión pueden obrar deliberadamente para tener en cuenta el papel que desempeñan los hombres y las mujeres en el desarrollo agrícola y rural, por ejemplo mediante la contratación de extensionistas mujeres⁶¹. Además, se debería alentar con mayor fuerza a las mujeres a que incursionen en las ciencias y las actividades de extensión agrícola⁶².

G. Facilitar la colaboración regional e internacional

76. La ayuda al conocimiento puede utilizarse para prestar apoyo en materia de CTI en el marco de la asistencia oficial para el desarrollo. Esto también vale para el sector de la agricultura, en el que los donantes pueden contribuir a la investigación en materia de agricultura, especialmente en los países menos adelantados. Con respecto al fomento de la industria y la infraestructura, la ayuda al conocimiento enmarcada en la asistencia oficial para el desarrollo puede centrarse en planes de desarrollo de las cadenas de valor, la complementación de la inversión extranjera directa y el desarrollo de eslabonamientos, la financiación de proyectos industriales y de infraestructura, la promoción de asociaciones profesionales y organizaciones no gubernamentales mundiales de ingenieros y la facilitación de la colaboración Sur-Sur⁶³.

77. La cooperación regional permite realizar economías de escala para ocuparse de las prioridades en materia de investigación de una región determinada, como ha demostrado la labor del Foro Africano para la Investigación Agrícola, el Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego y el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria para América Latina y el Caribe⁶⁴. Las actividades de cooperación internacional también pueden ser una fuente de financiación para los países en desarrollo.

H. Realizar evaluaciones y análisis prospectivos de las tecnologías para lograr la seguridad alimentaria

78. Habida cuenta de la convergencia creciente entre las tecnologías nuevas, las existentes y las incipientes, y su carácter disruptivo, hace falta una iniciativa mundial que pueda convocar sistemáticamente a expertos de todas las disciplinas para examinar la cuestión de las tecnologías agrícolas y sus posibles repercusiones en la sociedad, la economía y el medio ambiente. Idealmente, en el marco de esa iniciativa mundial se realizarían ejercicios de evaluación y análisis prospectivo para evaluar las repercusiones inmediatas y a largo plazo de las nuevas tecnologías en la seguridad alimentaria.

79. Un ejemplo de evaluación y análisis prospectivo de las tecnologías realizados dentro del sistema de las Naciones Unidas es el boletín del Sistema de Evaluación de Tecnologías Avanzadas, en el que se estudian las repercusiones de los avances en esferas que van desde la biotecnología, los nuevos materiales, la energía y la tecnología de la información hasta nuevas modalidades de cooperación en materia de ciencia y tecnología⁶⁵.

⁶¹ J. Wakhungu, 2010, "Gender dimensions of science and technology: African women in agriculture", documento preparado para la reunión del Grupo de Expertos en Género, Ciencia y Tecnología de ONU-Mujeres, celebrada en París del 28 de septiembre al 1 de octubre de 2010, disponible en http://www.un.org/womenwatch/daw/egm/gst_2010/index.html (consultado el 21 de febrero de 2017); Carr y Hartl, 2010; I. Christoplos, 2010, *Mobilizing the Potential of Rural and Agricultural Extension* (FAO y Foro Mundial sobre Servicios de Asesoramiento Rural, Roma).

⁶² UNESCO, 2007, *Science, Technology and Gender: An International Report* (París); American Association of University Women, 2010, *Why so Few? Women in Science, Technology, Engineering and Mathematics* (Washington D.C.).

⁶³ UNCTAD, 2007.

⁶⁴ El Fondo se conoce comúnmente como FONTAGRO, por sus siglas en español; Banco Mundial, 2008, *Informe sobre el Desarrollo Mundial 2008 – Agricultura para el desarrollo* (Washington D.C.).

⁶⁵ Véase por ejemplo, <http://unctad.org/en/docs/psiteiipd9.en.pdf> (consultado el 20 de febrero de 2017).

80. En su resolución 2014/28, el Consejo Económico y Social alienta a la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo a hacer lo siguiente:

Ayudar a formular la importante función de las tecnologías de la información y las comunicaciones y de la ciencia, la tecnología, la innovación y la ingeniería en la agenda para el desarrollo después de 2015 y, con ese fin, servir de foro para el escrutinio de horizontes y la planificación estratégica, proporcionar previsiones de las tendencias cruciales de la ciencia, la tecnología y la innovación en ámbitos como la seguridad alimentaria, la gestión del agua y otros recursos naturales, la urbanización, las técnicas avanzadas de fabricación y las necesidades educativas y de formación profesional conexas, y señalar las tecnologías nuevas y disruptivas que puedan llegar a menoscabar la consecución de esa agenda⁶⁶.

81. La Comisión también ha organizado reuniones multianuales de expertos sobre la biotecnología⁶⁷ y las TIC⁶⁸ y sus repercusiones en el desarrollo sobre la base de reuniones de alto nivel y exámenes realizados por expertos. En ese contexto, la Comisión reúne las condiciones para seguir siendo un foro de evaluación y anticipación de las consecuencias sociales, económicas y ambientales de las tecnologías nuevas e incipientes relativas a la seguridad alimentaria y la agricultura.

IV. Conclusiones y propuestas

82. Unos 795 millones de personas, esto es 1 de cada 9 personas, están subalimentadas; en su mayoría viven en países en desarrollo y en zonas rurales. Las tecnologías nuevas, existentes e incipientes pueden contribuir a las cuatro dimensiones de la seguridad alimentaria. Por ejemplo, las tecnologías destinadas a aumentar la productividad agrícola, los métodos de mejoramiento de la fertilidad del suelo y las tecnologías de riego pueden incrementar la disponibilidad de alimentos. Las tecnologías poscosecha y las tecnologías de agroprocesamiento pueden aumentar la accesibilidad de los alimentos, el bioenriquecimiento puede hacer que los alimentos sean más nutritivos y las soluciones de CTI inteligentes con respecto al clima —entre ellas la agricultura de precisión y los sistemas de alerta temprana— pueden mitigar la inestabilidad alimentaria. Las tecnologías nuevas e incipientes, como la biología sintética, la inteligencia artificial y la ingeniería de tejidos, pueden tener consecuencias en el futuro de la agricultura y la ganadería. Ahora bien, para aprovechar el potencial de dichas tecnologías y ponerlas al servicio de la seguridad alimentaria, es preciso invertir en la investigación y desarrollo, el capital humano, las infraestructuras y los intercambios de conocimientos. Para crear un clima favorable a la innovación en la agricultura, es preciso fomentar un entorno propicio, incorporar una perspectiva de género en el desarrollo y la difusión de las tecnologías y alentar la colaboración regional e internacional. Además, es necesario realizar evaluaciones y análisis prospectivos de las tecnologías de innovación en la agricultura, para controlar los posibles riesgos tecnológicos y al mismo tiempo aumentar al máximo la contribución potencial de las tecnologías a la seguridad alimentaria.

83. En la reunión de expertos entre períodos de sesiones se destacaron las siguientes conclusiones y propuestas, que se presentarán a la Comisión para que las examine en su 20º período de sesiones.

84. La reunión de expertos entre períodos de sesiones de la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo alienta a los Estados Miembros a que consideren las siguientes líneas de acción:

- a) Aumentar el apoyo nacional a la investigación y desarrollo en la agricultura;

⁶⁶ En su resolución 2015/27 el Consejo Económico y Social formula una declaración parecida.

⁶⁷ Las conclusiones de las reuniones del grupo de expertos en biotecnología pueden consultarse en: http://unctad.org/en/docs/iteipc20042_en.pdf y <http://unctad.org/en/Docs/poditctedd12.en.pdf> (ambos documentos consultados el 20 de febrero de 2017).

⁶⁸ Las conclusiones de las reuniones de expertos en TIC se publicaron en R. Mansell y U. Wehn, eds., 1998, *Knowledge Societies: Information Technology for Sustainable Development* (Oxford University Press, Oxford).

b) Apoyar las inversiones en infraestructuras (electricidad e infraestructura vial), servicios de extensión e innovaciones en la comercialización, la organización y la sociedad para mejorar la seguridad alimentaria;

c) Crear marcos de política coherentes que propicien la coordinación interministerial para lograr la seguridad alimentaria, proporcionar un marco propicio para la innovación en la agricultura y establecer marcos reglamentarios adecuados;

d) Considerar la posibilidad de prestar apoyo a los grupos vulnerables, de modo que sus conocimientos tradicionales se tengan en cuenta en las actividades de investigación y extensión⁶⁹;

e) Formar a profesionales locales, por ejemplo fomentando competencias digitales que son esenciales en el dominio de las tecnologías pertinentes para lograr la seguridad alimentaria;

f) Promover la creación de bancos nacionales de germoplasma y la protección de los recursos genéticos nacionales⁷⁰;

g) Estudiar marcos de política flexibles que respondan dinámicamente a las nuevas innovaciones, así como espacios controlados en que los responsables de las políticas puedan aplicar mecanismos reglamentarios a título experimental y evaluar las repercusiones de las tecnologías agrícolas nuevas e incipientes;

h) Considerar la posibilidad de adoptar sistemáticamente una perspectiva de género al elaborar y aplicar políticas de aprovechamiento de la ciencia y la tecnología para lograr la seguridad alimentaria.

85. La reunión de expertos entre períodos de sesiones de la Comisión alienta a la comunidad internacional a que considere las siguientes líneas de acción:

a) Promover el intercambio y la difusión de tecnologías agrícolas clave, especialmente entre los pequeños agricultores;

b) Estudiar formas de proporcionar datos sobre la agricultura, la meteorología, la Internet de las cosas, los satélites y otra información que pueda contribuir a optimizar los rendimientos y apoyar los medios de subsistencia de las zonas rurales;

c) Colaborar con las partes interesadas para establecer normas adecuadas sobre el manejo de la información y reducir al mínimo las posibles consecuencias negativas del intercambio de datos;

d) Facilitar el intercambio de profesionales (por ejemplo profesores de universidad, investigadores y estudiantes) en el marco de la cooperación Sur-Sur, Norte-Sur y triangular⁷¹;

e) Apoyar la labor de ayuda al conocimiento destinada a fomentar la capacidad local para desarrollar, utilizar y aplicar a mayor escala las innovaciones agrícolas nuevas y existentes.

86. La reunión de expertos entre períodos de sesiones, alienta a la Comisión a considerar las siguientes líneas de acción:

a) Analizar cómo puede la CTI tener en cuenta las necesidades de los grupos marginados (agricultura a pequeña escala, empresas pequeñas y microempresas) en el contexto de los exámenes de las políticas de ciencia, tecnología e innovación;

b) Reforzar la Junta Consultiva sobre Cuestiones de Género de la Comisión, en general y con respecto a la seguridad alimentaria en particular, en colaboración con otras entidades de las Naciones Unidas que se ocupan de agricultura y género;

⁶⁹ Contribución del Gobierno del Brasil.

⁷⁰ Conclusión propuesta por los Gobiernos de Chile y el Perú.

⁷¹ Contribución del Gobierno de la República Islámica del Irán.

c) Estudiar la forma en que los Gobiernos pueden obtener el acceso a mejores fuentes de datos que orienten la labor de los servicios de extensión, los sistemas de alerta temprana y las iniciativas locales de innovación;

d) Alentar una cultura del intercambio, no solo de los éxitos y las prácticas óptimas, sino también los fracasos y los grandes desafíos en general y con respecto a las innovaciones en agricultura en particular;

e) Crear y consolidar redes en que participen los departamentos de las universidades, las instituciones de investigación y los grupos de reflexión que realizan investigaciones sobre la interfaz entre el desarrollo y la CTI;

f) Buscar medios para realizar, a nivel internacional, ejercicios de evaluación y análisis prospectivo de las tecnologías existentes, nuevas e incipientes y sus consecuencias para la seguridad alimentaria.
